

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-319545  
 (43)Date of publication of application : 24.11.1999

(51)Int.Cl. B01J 19/08  
 C23C 16/50  
 C23F 4/00  
 H01L 21/205  
 H01L 21/285  
 H01L 21/3065  
 H01L 21/31  
 H05H 1/46

(21)Application number : 10-349026 (71)Applicant : CANON INC  
 (22)Date of filing : 08.12.1998 (72)Inventor : SUZUKI NOBUMASA

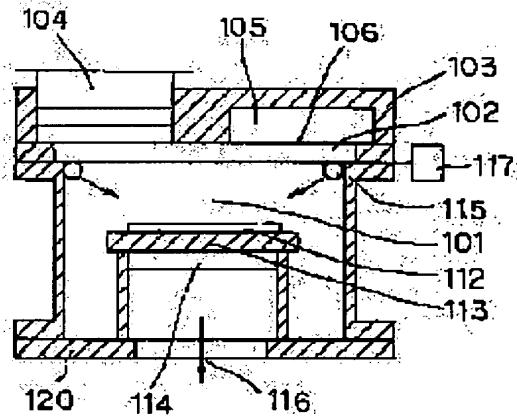
(30)Priority  
 Priority number : 09344804 Priority date : 15.12.1997 Priority country : JP

## (54) PLASMA TREATMENT METHOD AND METHOD TREATING SUBSTRATE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To curtail an exhaust time by a method in which a gas for plasma treatment is used as a gas for ventilation, after a substrate to be treated is set in a plasma treatment chamber, the gas for ventilation is discharged, the gas for plasma treatment is introduced, and plasma treatment is started.

SOLUTION: In plasma treatment, a gas for treatment is introduced into a plasma treatment chamber 101 through a treatment gas introduction means 115. A substrate 112 to be treated is carried on a substrate support 113 and heated with a heater 114. Next, the chamber 101 is evacuated through an exhaust system. The gas for treatment is introduced into the chamber 101 through the introduction means 115 with the use of a treatment gas flow rate control means 117. After that, desired power is introduced from a microwave power source into a ring-shaped wave guide 103 with a slot through an introduction part 104, plasma is generated in the chamber 101, and the gas for treatment is excited in order to treat the surface of the substrate 112.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.08.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than abandonment  
 the examiner's decision of rejection or]

[application converted registration]  
[Date of final disposal for application] 16.08.2006  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-319545

(43) 公開日 平成11年(1999)11月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
 B 01 J 19/08  
 C 23 C 16/50  
 C 23 F 4/00  
 H 01 L 21/205  
 21/285

識別記号

F I  
 B 01 J 19/08 E  
 C 23 C 16/50 E  
 C 23 F 4/00 D  
 H 01 L 21/205  
 21/285 C

審査請求 未請求 請求項の数21 OL (全12頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-349026

(22) 出願日 平成10年(1998)12月8日

(31) 優先権主張番号 特願平9-344804

(32) 優先日 平9(1997)12月15日

(33) 優先権主張国 日本 (JP)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 鈴木 伸昌

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

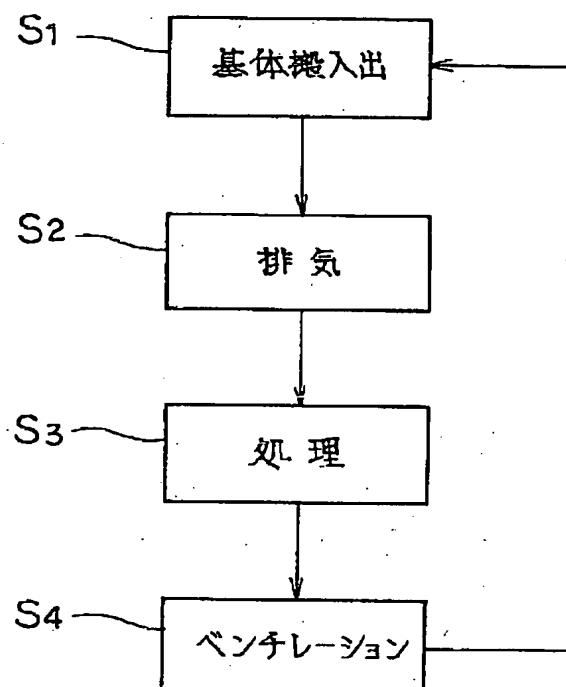
(74) 代理人 弁理士 若林 忠 (外4名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理方法及び基体の処理方法

## (57) 【要約】

【課題】 排気時間等を短縮し、処理全体の高速化が可能な、CVD、エッチング、アッシング等の基体の処理方法(プラズマ処理方法)を提供する。

【解決手段】 ベンチレーション用ガスとしてプラズマ処理用ガスの少なくとも一成分(O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CF<sub>4</sub>等)を含むガスを用い、ベンチレーション用ガスを排気してプラズマ処理圧力にした時点で、その圧力が保持されるようにプラズマ処理用ガスを導入し、プラズマ処理を開始する基体の処理方法(プラズマ処理方法)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマ処理室内にベンチレーション用ガスを導入し排気した後にプラズマ処理を行なう方法において、該ベンチレーション用ガスとしてプラズマ処理用ガスの少なくとも一成分を含むガスを該プラズマ処理室内に導入する工程と、該プラズマ処理室内に被処理基体を設置する工程と、該ベンチレーション用ガスを排気して該プラズマ処理室の圧力を所定圧力範囲内にする工程と、該圧力が保持されるようにプラズマ処理用ガスを導入する工程と、該プラズマ処理室内でプラズマ処理を開始する工程とを有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項2】 前記圧力の保持は、プラズマ処理用ガスの流量を徐々に増加させることにより行なう方法を含む請求項1記載のプラズマ処理方法。

【請求項3】 前記圧力の保持は、排気系のコンダクタスを徐々に減少させることにより行なう方法を含む請求項1又は2記載のプラズマ処理方法。

【請求項4】 前記プラズマ処理は、アッシングである請求項1～3の何れか一項記載のプラズマ処理方法。

【請求項5】 前記プラズマ処理は、エッチングである請求項1～3の何れか一項記載のプラズマ処理方法。

【請求項6】 前記プラズマ処理は、CVDである請求項1～3の何れか一項記載のプラズマ処理方法。

【請求項7】 マイクロ波マルチスロットアンテナにより、前記プラズマ処理室に電気エネルギーを導入してプラズマを発生せしめる請求項1～6の何れか一項記載のプラズマ処理方法。

【請求項8】 前記プラズマ処理を開始する工程の後、前記プラズマ処理を終了した時点で引き続いて前記ベンチレーション用ガスを前記プラズマ処理室へ導入する工程を有する請求項1～7の何れか一項記載のプラズマ処理方法。

【請求項9】 前記所定圧力範囲とは、前記プラズマ処理において実質的に維持される内部圧力値以下で、前記内部圧力値に対して10%低圧である圧力値以上の範囲である請求項1～8の何れか一項記載のプラズマ処理方法。

【請求項10】 被処理基体を収容した処理室内を排気する工程と、処理用ガスを前記処理室内へ導入しながら前記被処理基体を処理する工程と、前記処理された前記被処理基体を収容する前記処理室内へベンチレーション用ガスを導入する工程と、を有する基体の処理方法において、前記排気する工程において前記処理室内を所定圧力まで排気した時点で前記被処理基体を処理する工程を引き続いて行い、

前記ベンチレーション用ガスを導入する工程において前記ベンチレーション用ガスとして、前記処理用ガスの少なくとも一成分を含むガスを用いることを特徴とする基体の処理方法。

【請求項11】 前記被処理基体を処理する工程において、前記処理室内を排気しながら前記処理用ガスの流量を増加させることで前記処理室内の圧力を保持する請求項10記載の基体の処理方法。

【請求項12】 前記被処理基体を処理する工程において、前記処理室内に前記処理用ガスを導入しながら前記処理室内の排気量を減らすことで前記処理室内の圧力を保持する請求項10記載の基体の処理方法。

【請求項13】 前記処理は、アッシングである請求項10～12の何れか一項記載の基体の処理方法。

【請求項14】 前記処理は、エッチングである請求項10～12の何れか一項記載の基体の処理方法。

【請求項15】 前記処理は、CVDである請求項10～12の何れか一項記載の基体の処理方法。

【請求項16】 マイクロ波マルチスロットアンテナにより、前記処理室に電気エネルギーを導入してプラズマを発生させる10～15の何れか一項記載の基体の処理方法。

【請求項17】 前記ベンチレーション用ガスを流し続けながら前記被処理基体を搬入する工程を有する10～16の何れか一項記載の基体の処理方法。

【請求項18】 前記ベンチレーション用ガスである外気に前記処理室を開放して前記被処理基体を搬入する工程を有する10～16の何れか一項記載の基体の処理方法。

【請求項19】 前記被処理基体を処理する工程を終了した時点で引き続いて前記ベンチレーション用ガスを前記処理室へ導入する工程を有する10～18の何れか一項記載の基体の処理方法。

【請求項20】 前記所定圧力範囲とは、前記プラズマ処理において実質的に維持される内部圧力値以下で、前記内部圧力値に対して10%低圧である圧力値以上の範囲である請求項10～19の何れか一項記載の基体の処理方法。

【請求項21】 請求項10～20の何れか一項記載の処理方法を行なうことの特徴とする基体の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は基体の処理方法に関し、具体的にはプラズマ処理方法に関し、更に詳しくはCVD、エッチング、アッシング等のプラズマ処理において、処理のスループットを向上させるために処理用ガスを用いてベンチレーションを行うマイクロ波プラズマ処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、プラズマ処理方法としては、

CVD、エッティング、アッシング等が知られている。

【0003】プラズマによるアッシング処理やエッティング処理としては、例えば、処理室内にアッシングガス又はエッチャントガスを導入し、同時にマイクロ波などの電気エネルギーを投入してガスを励起、分解して処理室内にプラズマを発生させ、これにより処理室内に配された被処理基体の表面をアッシング又はエッティングする方法が挙げられる。

【0004】また、プラズマCVD法としては、プラズマ発生室及び成膜室内に原料ガスを導入し、同時にマイクロ波などの電気エネルギーを投入してプラズマ発生室内にプラズマを発生させガスを励起、分解して、成膜室内に配された基体上に堆積膜を形成する方法が挙げられる。

【0005】特にマイクロ波を電気エネルギーとして用いるプラズマ処理方法においては、ガスの励起源としてマイクロ波を使用するので、高い周波数をもつ電界により電子を加速でき、ガス分子を効率的に電離、励起させることができる。それ故に、マイクロ波プラズマ処理方法はガスの電離効率、励起効率及び分解効率が高く、高密度のプラズマを比較的容易に形成することができ、低温で高速に高品質処理できるといった利点を有する。また、マイクロ波が誘電体を透過する性質を有するので、プラズマ処理装置を無電極放電タイプのものとして構成でき、それ故に高清浄なプラズマ処理を行えるという利点もある。

【0006】このマイクロ波プラズマ処理方法の更なる高速化を可能にする、電子サイクロトロン共鳴（ECR）を利用したプラズマ処理も実用化されてきている。ECRは、磁束密度が87.5 mTの場合、磁力線の周りを電子が回転する電子サイクロトロン周波数が、マイクロ波の一般的な周波数2.45 GHzと一致し、電子がマイクロ波を共鳴的に吸収して加速され、高密度プラズマが発生する現象である。

【0007】さらに、近年、マイクロ波の均一で効率的な導入装置として、複数のスロットが内側面に形成された環状導波管を用いたマイクロ波プラズマ処理装置が提案されている（特開平3-293010号公報）。

【0008】このマイクロ波プラズマ処理装置を図7に、そのプラズマ発生機構を図8に示す。1101はプラズマ発生室、1102はプラズマ発生室1101を大気側と分離する誘電体、1103はマイクロ波をプラズマ発生室1101に導入するためのスロット付無終端環状導波管、1105はプラズマ発生用ガス導入手段、1111はプラズマ発生室1101に連結したプラズマ処理室、1112は被処理基体、1113は基体1112の支持体、1114は基体1112を加熱するヒータ、1115は処理用ガス導入手段、1116は排気方向、1121はマイクロ波を左右に分配する二分配ブロック、1122はスロット、1123は環状導波管110

3内に導入されたマイクロ波、1125はスロット1122を通し誘電体1102を通してプラズマ発生室1101へ導入されたマイクロ波の漏れ波、1126はスロット1122を通し誘電体1102内を伝搬するマイクロ波の表面波、1127は漏れ波により生成したプラズマ、1128は表面波により生成したプラズマである。

【0009】プラズマの発生及び処理は以下のようにして行なう。排気系（不図示）を介して、プラズマ発生室1101内及び処理室1111内を通常処理圧力よりも3倍以上高い真圧度になるまで真空排気する。続いて、プラズマ発生用ガスを、ガス導入手段1105を介して所定の流量でプラズマ発生室1101内に導入する。次に、排気系（不図示）に設けられたコンダクタンスバルブ（不図示）を調整し、プラズマ発生室1101内を所定の圧力に保持する。マイクロ波電源（不図示）より所望の電力を、環状導波管1103を介してプラズマ発生室1101内に供給する。

【0010】この環状導波管1103内に導入されたマイクロ波1123は、分配ブロック1121で左右に二分配され、自由空間よりも長い管内波長をもって伝搬する。管内波長の1/2または1/4毎に設置されたスロット1122から、誘電体1102を通してプラズマ発生室1101に導入された漏れ波1125は、スロット1122近傍のプラズマ1127を生成する。また、誘電体1102の表面に垂直な直線に対してブリュースタ角以上の角度で入射したマイクロ波は、第一の誘電体1102表面で全反射し、誘電体1102表面を表面波1126として伝搬する。表面波1126のしみだした電界によっても、プラズマ1128が生成する。この時に処理用ガス導入管1115を介して処理用ガスを処理室1111内に導入しておくと、処理用ガスは発生した高密度プラズマにより励起され、支持体1113上に載置された被処理基体1112の表面を処理する。

【0011】このようなマイクロ波プラズマ処理装置を用いることにより、マイクロ波パワー1 kW以上で、直径300 mm以上の大口径空間に±3%以内の均一性をもって、電子密度 $10^{12}/\text{cm}^3$ 以上、電子温度3 eV以下、プラズマ電位20 V以下の高密度低電位プラズマが発生でき、ガスを充分に反応させ活性な状態で基板に供給でき、かつ入射イオンによる基板表面ダメージも低減するので、低温でも高品質で高速な処理が可能になる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図7及び図8に示したような高密度低電位プラズマを発生するマイクロ波プラズマ処理装置を用いる場合、処理自体は高速化できても、プラズマ処理以外の時間、例えば基体の搬送、加熱、処理室の排気・ベンチレーションなどにかかる時間が長く、特に排気時間が短縮されない限り、処理全体の高速化に繋がらない。

【0013】本発明の主たる目的は、上述した従来のプラズマ処理方法における問題を解決し、基体の処理以外の時間、特に排気時間を短縮することにより、処理全体の高速化を可能にした基体の処理方法、及び、具体的にはプラズマ処理方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、プラズマ処理室内にベンチレーション用ガスを導入し排気した後にプラズマ処理を行なう方法において、該ベンチレーション用ガスとしてプラズマ処理用ガスの少なくとも一成分を含むガスを該プラズマ処理室内に導入する工程と、該プラズマ処理室内に被処理基体を設置する工程と、該ベンチレーション用ガスを排気して該プラズマ処理室内の圧力を所定圧力範囲内にする工程と、該圧力が保持されるようにプラズマ処理用ガスを導入する工程と、該プラズマ処理室内でプラズマ処理を開始する工程とを有することを特徴とするプラズマ処理方法である。

【0015】また本発明は、被処理基体を収容した処理室内を排気する工程と、処理用ガスを前記処理室内へ導入しながら前記被処理基体を処理する工程と、前記処理された前記被処理基体を収容する前記処理室内へベンチレーション用ガスを導入する工程と、を有する基体の処理方法において、前記排気する工程において前記処理室内を所定圧力まで排気した時点で前記被処理基体を処理する工程を引き続いて行い、前記ベンチレーション用ガスを導入する工程において前記ベンチレーション用ガスとして、前記処理用ガスの少なくとも一成分を含むガスを用いることを特徴とする基体の処理方法である。

【0016】本発明においては、ベンチレーション用ガスとして処理用ガスの少なくとも一成分を含むガスを用いることによって、ベンチレーション用ガスの排気工程中、処理圧力に到達した時点で、処理室内への処理用ガスの導入、さらには電気エネルギー等の導入を行い処理を開始することができ、これにより排気時間の短縮を可能とし、上記目的を達成するものである。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態について説明する。

【0018】<第1の実施形態>本実施形態に用いるプラズマ処理装置としては、例えば、プラズマ処理室と、このプラズマ処理室内に設置された被処理基体を支持する手段と、プラズマ処理室内を排気する手段と、プラズマ処理室内に処理用ガスを導入する手段と、プラズマ処理装置内に電気エネルギーを導入する手段とで構成されるプラズマ処理装置を挙げることができる。

【0019】また、図1は、本実施形態のプラズマ処理方法を表わすフローチャートであり、順に、基体をプラズマ処理室へ搬入する搬入出工程(S<sub>1</sub>)、排気工程(S<sub>2</sub>)、処理工程(S<sub>3</sub>)、ベンチレーション工程(S<sub>4</sub>)に大別できる。詳述すると、本実施形態の代表的な

工程としては、順次、基体支持体上に被処理基体を設置する工程、そのプラズマ処理室内を排気する工程、プラズマ処理室内に処理用ガスを導入し所定の圧力(プラズマ処理圧力)に保持する工程、プラズマ処理室に電気エネルギーを導入してプラズマを発生せしめ基体をプラズマ処理する工程、電気エネルギーの導入を停止する工程、処理用ガスの排気を停止する工程、プラズマ処理装置内にベンチレーション用ガスを導入し大気圧に戻す工程、必要に応じて被処理基体をプラズマ処理装置外に搬出する工程、別の被処理基体をプラズマ処理装置へ設置する工程、ベンチレーション用ガスを排気し、プラズマ処理圧力に到達した時点でその圧力が保持されるようにしてプラズマ処理用ガスを導入する工程、電気エネルギーを導入しプラズマ処理を新たに開始する工程等が挙げられる。

【0020】本実施形態のプラズマ処理方法において、好ましい圧力保持方法としては、(1)排気系のコンダクタンスを一定にしガス流量を徐々に増加させる、

(2)ガス流量を一定にし排気系のコンダクタンスを徐々に減少させる、(3)ガス流量を徐々に増加させるとともに排気系のコンダクタンスを徐々に減少させる、の3つの方法が挙げられる。

【0021】図2は、本実施形態のプラズマ処理方法において、圧力保持方法として、処理用ガス流量を徐々に増加させる方式を用いた例を説明するための模式図である。図2(A)は図2(B)のマイクロ波導入手段103を上方から表わした模式図である。また図2(B)に示すように、101はプラズマ処理室、102はプラズマ処理室101を大気側から分離する誘電体、103はマイクロ波をプラズマ発生室101に導入するためのマイクロ波導入手段(平板状スロット付無終端環状導波管)、104は平板状スロット付環状導波管103内にマイクロ波を導入する2分配ブロックを有した導入部、105は平板状スロット付環状導波管103内に設けられたマイクロ波が伝搬するためのマイクロ波伝搬空間、106は平板状スロット付環状導波管103からプラズマ処理室101内にマイクロ波を導入するスロット、112は被処理基体、113は基体112の支持体、114は基体112を加熱するヒータ、115は処理用ガス導入手段、116は排気方向、117は処理用ガス流量制御手段である。

【0022】処理用ガス導入手段115は、ベンチレーション用ガスを導入する手段としても兼用される。また処理用ガス導入手段115は、プラズマ処理室101内の上方に設けられており、ベンチレーション用ガスも処理用ガスもどちらも新鮮なガスを基体112の被処理面に供給できる。

【0023】プラズマの発生及び処理は以下のようにして行なう。1枚目の基体の処理が終了した後、処理用ガス導入手段115を介して処理用ガスの少なくとも一成

分を含むガスをプラズマ処理室101内に導入し、大気圧になるまでベンチレーションを行う。下板120を本体からはずして、処理された被処理基体112を搬送系(不図示)を用いて基体支持手段113上からプラズマ処理室101外に搬出する。2枚目の被処理基体112を同じく搬送系を用いて基体支持手段113上に搬入し、ヒータ114を用いて基体112を所望の温度まで加熱する。搬入出時のプラズマ処理室内は外気に対して開放されるが、搬入出後は密閉される。そして、排気系(不図示)を介してプラズマ処理室101内を真空排気する。ベンチレーションで処理用ガスの少なくとも一成分を含むガスを用いているので、排気途中に圧力が処理圧力に到達した時点で、処理用ガス以外の気体成分は殆ど除かれている。また、圧力が保持されるように、処理用ガスを処理用ガス流量制御手段117を用いて流量を徐々に増加して処理用ガス導入手段115を介してプラズマ処理室101内に導入する。その結果、処理用ガスを早いうちにプラズマ処理室に導入できるので、被処理基体を基体支持手段上に搬入してからプラズマ処理を開始するまでの時間を短縮できる。また、処理用ガスの流量を増加させることで、一定圧力を保持できるだけでなく、プラズマ処理室内に存在する処理用ガスのガス分子の存在比率が増えるので、高い効率でプラズマを発生させることができる。

【0024】また圧力を保持すると同時に、マイクロ波電源(不図示)より所望の電力を、導入部104より平板状スロット付環状導波管103内に導入する。導入されたマイクロ波は、導入部104で二分配され伝搬空間105内を左右に伝搬する。二分配されたマイクロ波は導入部104の対向部で干渉し、管内波長の1/2毎にスロット106を横切る電界を強め、スロット106を介し誘電体102を透してプラズマ処理室101に導入される。プラズマ処理室101内に導入されたマイクロ波の電界により電子が加速され、プラズマ処理室101内にプラズマが発生する。この際、処理用ガスは発生した高密度プラズマにより励起され、支持手段113上に載置された被処理基体112の表面を処理する。

【0025】図2に示す例において、具体的な材質や寸法等を例示する。誘電体102は、材質が合成石英、直径29.9mm、厚さ1.2mmである。平板状スロット付環状導波管103は、内壁断面の寸法が27mm×9.6mm、中心径が20.2mm、材質はマイクロ波の伝搬損失を抑えるため全てアルミニウム(A1)を用い、導波管103のE面、つまり導波管内の電界ベクトルの方向に平行な側面にはマイクロ波をプラズマ処理室101へ導入するためのスロットが形成されている。このスロットの形状は、長さ4.2mm、幅3mmの矩形であり、管内波長の1/4間隔に放射状に形成されている。管内波長は、使用するマイクロ波の周波数と、導波管の断面の寸法とに依存するが、周波数2.45GHzのマイクロ

波と、上記の寸法の導波管とを用いた場合には約159mmである。使用した平板状スロット付環状導波管103では、スロットは約39.8mm間隔で16個形成されている。平板状スロット付環状導波管103には、4Eチューナ、方向性結合器、アイソレータ、2.45GHzの周波数を持つマイクロ波電源(不図示)が順に接続されている。また、本実施形態は、スロットをE面に直交するH面に設けた形態にしてもよい。

【0026】図3は、本実施形態のプラズマ処理方法において、圧力保持方法として、排気系のコンダクタンスを徐々に減少させる方法を用いた例を説明するための模式図である。図3において、201～216は、図2の101～116と同様である。そして、218はコンダクタンス制御バルブである。

【0027】本例においては、ベンチレーション後に2枚目の被処理基体212を搬入、加熱し、プラズマ処理室201内を排気する工程までは、先の例と同様にして行なえばよい。そして、処理が供給律速である本例においては、排気途中に圧力が処理圧力に到達した時点で、圧力が保持されるように、処理用ガスを処理用ガス導入手段215を介してプラズマ処理室201内に一定流量で導入するとともに、排気系のコンダクタンス制御バルブ218を用いてコンダクタンスを徐々に減少させる。この後のマイクロ波の導入、プラズマの発生は、先の例と同様にして行なえばよい。また、具体的な材質や寸法等も、例えば、先の例と同様にすればよい。

【0028】本発明のプラズマ処理方法に用いるベンチレーション用ガスとしては、プラズマ処理用ガスの少なくとも一成分を含むガスであればよい。プラズマCVD法、エッティング、アッシング等においては、原料ガス、添加ガス、キャリアガス、エッティングガス、アッシングガス等、種々のプラズマ処理用ガスが使用されているが、本発明においては、それらプラズマ処理用ガスを、ベンチレーション用ガスの一部又は全部として使用することにより、排気時間の短縮を図る。例えば、酸素原料ガス、窒素原料ガス、キャリアガス、エッティングガス、アッシングガス等を、そのままベンチレーション用ガスとして使用することも好ましい。また、本発明に用いるベンチレーション用ガスは、排気時間の短縮が可能なガスであればよいが、さらに、各種の処理用ガスの中から安全性、コスト、流量比などを考慮して最適なものを選択することがより好ましい。

【0029】本発明のプラズマ処理方法を、CVD(Chemical Vapor Deposition)法により基材上に薄膜を形成する処理に適用する場合、そのプラズマ処理用ガスとしては、従来よりプラズマCVD法に用いられている各種のガスが使用できる。

【0030】例えば、non monocrystalline siliconを主成分とするSi系半導体薄膜をCVD法により形成する場合、Si原子を含有する原料ガスとしては、シリコン

(SiH<sub>4</sub>)、ジシラン(Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)などの無機シラン類、テトラエチルシラン(TESS)、テトラメチルシラン(TMS)、ジメチルシラン(DMS)、ジメチルジフルオロシラン(DMDFS)、ジメチルジクロルシラン(DMDCS)などの有機シラン類、あるいは組成でいうところのSiF<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、Si<sub>3</sub>F<sub>8</sub>、SiH<sub>3</sub>F<sub>3</sub>、SiH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>、SiCl<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub>、SiHCl<sub>3</sub>、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>、SiH<sub>3</sub>Cl<sub>1</sub>、SiCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>などのハロシラン類等、常温常圧でガス状態であるものまたは容易にガス化し得るものが挙げられる。また、Si原料ガスと混合して導入してもよい添加ガスまたはキャリアガスとしては、H<sub>2</sub>、He、Ne、Ar、Kr、Xe、Rn等が挙げられる。この場合のベンチレーション用ガスとしては、He、Ne、Ar等が好ましい。なお、ここでいう non monocrystalline silicon とは、amorphous silicon (a-Si)、microcrystalline silicon や、あるいは炭素を共有結合して含有するシリコンカーバイド(SiC)を意味する。

【0031】例えば、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、SiO<sub>2</sub>などのSi化合物系薄膜をCVD法により形成する場合、Si原子を含有する原料ガスとしては、SiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>F<sub>6</sub>などの無機シラン類、テトラエトキシシラン(TEOS)、テトラメトキシシラン(TMOS)、オクタメチルシクロテトラシラン(OMCTS)、ジメチルジフルオロシラン(DMDFS)、ジメチルジクロルシラン(DMDCS)などの有機シラン類、SiF<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、Si<sub>3</sub>F<sub>8</sub>、SiHF<sub>3</sub>、SiH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>、SiCl<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub>、SiHCl<sub>3</sub>、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>、SiH<sub>3</sub>Cl<sub>1</sub>、SiCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>などのハロシラン類等、常温常圧でガス状態であるものまたは容易にガス化し得るものが挙げられる。また、このSi原料ガスと同時に導入する窒素原料ガスまたは酸素原料ガスとしては、N<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、ヘキサメチルジシラザン(HMDS)、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O、NO、N<sub>2</sub>O、NO<sub>2</sub>等が挙げられる。この場合のベンチレーション用ガスとしては、窒素(N<sub>2</sub>)あるいは酸素(O<sub>2</sub>)等が好ましい。

【0032】例えば、Al、W、Mo、Ti、Taなどの金属薄膜をCVD法により形成する場合、金属原子を含有する原料ガスとしては、トリメチルアルミニウム(TMA1)、トリエチルアルミニウム(TEA1)、トリイソブチルアルミニウム(TIBA1)、ジメチルアルミニウムハイドライド(DMA1H)、タングステンカルボニル(W(CO)<sub>6</sub>)、モリブデンカルボニル(Mo(CO)<sub>6</sub>)、トリメチルガリウム(TMGa)、トリエチルガリウム(TEGa)などの有機金属、AlCl<sub>3</sub>、WF<sub>6</sub>、TiCl<sub>3</sub>、TaCl<sub>5</sub>などのハロゲン化金属等が挙げられる。また、金属原料ガスと混合して導入してもよい添加ガスまたはキャリアガスとしては、H<sub>2</sub>、He、Ne、Ar、Kr、Xe、Rnが挙げられる。この場合のベンチレーション用ガスとして

は、He、Ne、Ar等が好ましい。

【0033】例えば、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TiO<sub>2</sub>、TiN、WO<sub>3</sub>などの金属化合物薄膜をCVD法により形成する場合、金属原子を含有する原料ガスとしては、トリメチルアルミニウム(TMA1)、トリエチルアルミニウム(TEA1)、トリイソブチルアルミニウム(TIBA1)、ジメチルアルミニウムハイドライド(DMA1H)、タングステンカルボニル(W(CO)<sub>6</sub>)、モリブデンカルボニル(Mo(CO)<sub>6</sub>)、トリメチルガリウム(TMGa)、トリエチルガリウム(TEGa)などの有機金属、AlCl<sub>3</sub>、WF<sub>6</sub>、TiCl<sub>3</sub>、TaCl<sub>5</sub>などのハロゲン化金属等が挙げられる。また、この金属原料ガスと同時に導入する酸素原料ガスまたは窒素原料ガスとしては、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O、NO、N<sub>2</sub>O、NO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、ヘキサメチルジシラザン(HMDS)等が挙げられる。この場合のベンチレーション用ガスとしては、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>等が好ましい。

【0034】本発明のプラズマ処理方法を、基体表面のエッチング処理に適用する場合、そのプラズマ処理用ガスとしては、従来よりプラズマエッチングに用いられている各種のガスが使用できる。例えば、そのエッチングガスとしては、F<sub>2</sub>、CF<sub>4</sub>、CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、CF<sub>2</sub>、Cl<sub>2</sub>、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>、C<sub>1</sub><sub>2</sub>、CCl<sub>4</sub>、CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub>等が挙げられる。この場合のベンチレーション用ガスとしては、CF<sub>4</sub>、SF<sub>6</sub>等が好ましい。

【0035】本発明のプラズマ処理方法を、基体表面上のフォトレジストなど有機成分をアッシング除去する処理に適用する場合、そのプラズマ処理用ガスとしては、従来よりプラズマアッシングに用いられている各種のガスが使用できる。例えば、そのアッシングガスとしては、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O、NO、N<sub>2</sub>O、NO<sub>2</sub>等が挙げられる。この場合のベンチレーション用ガスとしては、O<sub>2</sub>等が好ましい。

【0036】さらに、本発明のプラズマ処理方法は、表面改質にも適用できる。この表面改質は、例えば、基体又は表面層として、Si、Al、Ti、Zn、Ta等を使用し、プラズマ処理用ガスを適宜選択することにより、基体又は表面層の酸化処理あるいは窒化処理さらにはB、As、Pなどのドーピング処理等を行なうものである。

【0037】例えば、基体を酸化表面処理する場合の酸化性ガスとしては、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O、NO、N<sub>2</sub>O、NO<sub>2</sub>等が挙げられる。また例えば、基体を窒化表面処理する場合の窒化性ガスとしては、N<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、ヘキサメチルジシラザン(HMDS)等が挙げられる。この場合のベンチレーション用ガスとしては、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>等が好ましい。

【0038】さらに、本発明のプラズマ処理方法は、クリーニング法にも適用できる。このクリーニング法は、

例えば、酸化物あるいは有機物や重金属などのクリーニングを行なうものである。

【0039】例えば、基体表面の有機物をクリーニングする場合のクリーニングガス、またはフォトレジストなど基体表面上の有機成分をアッシング除去する場合のクリーニング/アッシング用ガスとしては、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O、NO、N<sub>2</sub>O、NO<sub>2</sub>等が挙げられる。また、基体表面の無機物をクリーニングする場合のクリーニングガスとしては、F<sub>2</sub>、CF<sub>4</sub>、CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、CF<sub>2</sub>C<sub>1</sub><sub>2</sub>、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>等が挙げられる。この場合のベンチレーション用ガスとしては、O<sub>2</sub>、CF<sub>4</sub>、SF<sub>6</sub>等が好ましい。

【0040】本発明のプラズマ処理方法において、プラズマ発生のために用いられる電気エネルギーは、導入することにより電子を加速しプラズマを発生できるものであれば、マイクロ波でも、高周波でも、直流電流でも適用可能である。ただし、処理の総合的な高速化を図る上では、処理自体を高速化できる高密度プラズマを発生できるマイクロ波が最適である。

【0041】マイクロ波導入手段としては、モノポールアンテナ、ダイポールアンテナ、単スロットアンテナ、リジターノコイル、同軸型スロットアンテナなどの通常の手段も使用可能である。ただし、本発明の方法による排気時間の短縮による処理全体の総合的な高速化は、プラズマ処理自体が自体が高速である場合により有意義となる。したがって、処理の総合的な高速化を図る上では、高密度均一プラズマが発生可能な平板状スロット付環状導波管、環状スロット付導波管などのマルチスロットアンテナが最適である。

【0042】本発明のプラズマ処理方法において用いられるマイクロ波周波数は、0.8GHz乃至20GHzの範囲から適宜選択することが好ましい。

【0043】本発明のプラズマ処理方法において用いられるマイクロ波透過用誘電体としては、SiO<sub>2</sub>系の石英や各種ガラス、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、NaCl、KC1、LiF、CaF<sub>2</sub>、BaF<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、MgOなどの無機物が適当であるが、ポリエチレン、ポリエチテル、ポリカーボネート、セルロースアセテート、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミドなどの有機物のフィルム、シートなども適用可能である。

【0044】本発明のプラズマ処理方法において、より低圧、つまり低真空下で処理するために、磁界発生手段を用いても良い。この磁界としては、ミラー磁界なども適用可能であるが、平板状スロット付環状導波管の複数のスロットの中心を結ぶ曲線上にループ磁界を発生し、スロット近傍の磁界の磁束密度が基板近傍の磁界の磁束密度よりも大きいマグネットロン磁界が最適である。磁界発生手段としては、コイル以外でも、例えば永久磁石等も使用可能である。コイルを用いる場合には過熱防止の

ため水冷機構や空冷など他の冷却手段を用いてもよい。

【0045】プラズマ処理のより高品質化のため、紫外光を基体表面に照射してもよい。光源としては、被処理基体もしくは基体上に付着したガスに吸収される光を放射するものなら適用可能で、エキシマレーザ、エキシマランプ、希ガス共鳴線ランプ、低圧水銀ランプなどが適当である。

【0046】プラズマ処理室内の処理圧力は、好ましくは0.1mTorr乃至10Torrの範囲、より好ましくは、CVDの場合1mTorr乃至100mTorr、エッチングの場合0.5mTorrから50mTorr、アッシングの場合100mTorrから10Torrの範囲から選択する。なお、760Torrは101.325kPaのこと、且つ1atmである。

【0047】また、プラズマ処理工程S<sub>3</sub>を開始する時点の圧力は、プラズマが発生することによって、圧力がわずかに上昇することを考慮に入れて、プラズマ処理中の圧力より若干高真空に設定されることも好ましい。具体的には、プラズマ処理中の圧力の値よりも1桁小さい値まで減圧したり、更に好ましくはプラズマ処理中の圧力の値の10%を減圧してオーバーシュート(over shot)することも好ましい。

【0048】本発明のプラズマ処理方法により堆積膜を形成する場合は、使用するガスを適宜選択することにより、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、SiO<sub>2</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TiO<sub>2</sub>、TiN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、MgF<sub>2</sub>などの絶縁膜、a-Si、poly-Si、SiC、GaAsなどの半導体膜、Al、W、Mo、Ti、Taなどの金属膜等、各種の堆積膜を効率よく形成できる。

【0049】本発明のプラズマ処理方法により処理する被処理基体は、半導体であっても、導電性のものであっても、あるいは電気絶縁性のものであってもよい。導電性基体としては、Fe、Ni、Cr、Al、Mo、Au、Nb、Ta、V、Ti、Pt、Pbなどの金属またはこれらの合金、例えば真鍮、ステンレス鋼などが挙げられる。絶縁性基体としては、SiO<sub>2</sub>系の石英や各種ガラス、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、NaCl、KC1、LiF、CaF<sub>2</sub>、BaF<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、MgOなどの無機物、ポリエチレン、ポリエチテル、ポリカーボネート、セルロースアセテート、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミドなどの有機物のフィルム、シートなどが挙げられる。

【0050】また本発明において、被処理基体をプラズマ処理室へ搬入あるいは搬出する場合、外気中に含まれる不要なガスがプラズマ処理室内に進入することを防ぐことが好ましい。より具体的には、被処理基体の搬入出時にプラズマ処理室内にプラズマ処理室用ガスを少なくとも一成分含むベンチレーションガスを導入し続けることでプラズマ処理室内を外気に対して高圧にする形態

や、あるいは外気そのものを前記ベンチレーションガスにする形態も好ましい。

【0051】また本発明は、プラズマを発生させて基体を処理する以外にも、例えば熱CVDや光CVDにも応用できる。

【0052】また、本発明のプラズマ処理方法において、処理用ガスとして気体状の水の( $H_2O$ )ガスと、酸素( $O_2$ )とを含むガスを、あるいは、フッ素( $F_2$ )ガスと酸素( $O_2$ )とを含むガスを用いる場合、ベンチレーション用ガスとして酸素( $O_2$ )ガスを用いることが好ましい。

【0053】<第2の実施形態>第2の実施形態に関わるプラズマ処理方法は、被処理基体をプラズマ処理室から搬入搬出する場合、あるいは被処理基体をプラズマ処理室へ搬入する場合に、プラズマ処理室と連通する外気が、プラズマ処理用ガスを少なくとも一成分含むベンチレーション用ガスであることを特徴とする。その他については第1の実施形態と同じである。

【0054】図4は本実施形態に係るプラズマ処理方法を達成するためのプラズマ処理装置を側面から模式的に表わした図である。図4に示すように、プラズマ処理装置は、プラズマ処理室401と、チャンバー421と、たがいを開閉自在に区別する開閉手段420とを有する。先述の外気とはチャンバー内の気体を意味する。

【0055】本実施形態により、プラズマ処理用ガスを少なくとも一成分含むベンチレーション用ガスがチャンバー内に充填されているために、被処理基体の搬入搬出時に不要なガスがプラズマ処理室内に入ることを防ぐことができる。

【0056】その結果、プラズマ処理室内をあえて高真空中に排気する必要がなくなる。そして被処理基体の搬入搬出からプラズマ処理までの時間を短縮することができる。

【0057】

【実施例】以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

【0058】<実施例1>本実施例では、図2を用いて説明した方法に従い、ベンチレーション用ガスとして酸素ガスを用い、フォトレジストのアッシングを行った。

【0059】基体112の被処理面上の層間絶縁膜である層間酸化シリコン( $SiO_2$ )膜をエッチングし、ビアホールを形成した直後のシリコン( $Si$ )基板(Φ8インチ)を用意した。まず、処理用ガス導入口115を介して酸素ガスをプラズマ処理室101に導入して、ベンチレーションを行った。ベンチレーション用ガスとしては酸素を用いた。 $Si$ 基板112を基体支持体113上に設置した後、排気系(不図示)を介してプラズマ処理室101内を真空排気した。

【0060】図5は、本実施例にかかるプラズマ処理

室内の圧力変化と時間との関係を表わしたグラフである。縦軸は圧力を表わし、横軸は時間を表わす。横軸には前述の工程 $S_1$ ～ $S_4$ が行われる時間を矢印で示す。

【0061】圧力が2 Torrに到達した段階で、2 Torrが保持されるようにプラズマ処理用ガス導入口115を介して酸素ガスを2 s 1 mの流量まで徐々に増加してプラズマ処理室101内に導入した。同時に、プラズマ処理室101内に、2.45 GHzのマイクロ波電源より1.5 kWの電力を平板状スロット付環状導波管103を介して供給し、プラズマ処理室101内にプラズマを発生させた。この際、プラズマ処理用ガス導入口115を介して導入された酸素ガスはプラズマ処理室101内で励起、分解、反応してオゾンとなり、シリコン基板112の方向に輸送され、基板112上のフォトレジストを酸化し、気化・除去できた。

【0062】このアッシング速度は、 $8.6 \mu m/mi$  $n \pm 8.5\%$ と極めて大きく、表面電荷密度も $-1.3 \times 10^{11}/cm^2$ と充分低い値を示した。スループットは150枚/Hourである。

【0063】また、比較例として、ベンチレーション用ガスとして処理用ガス(酸素ガス)を用いずに窒素ガスを用いて $10^{-4}$  Torrまで排気した後に処理を開始した。図6は比較例によるプラズマ処理室の圧力と時間との関係を表わしたグラフである。処理工程 $S_3$ にかかる時間は、本実施例における処理工程 $S_3$ にかかる時間と同じである。また、本実施例のスループットは、比較例である従来のスループット106枚/Hourに比較して、約1.4倍の生産性が得られた。

【0064】<実施例2>本実施例では、図3を用いて説明した方法に従い、ベンチレーション用ガスとして酸素ガスを用い、フォトレジストのアッシングを行った。

【0065】まず、ベンチレーションと排気までの工程を実施例1と同様にして行なった。次に、圧力が2 Torrに到達した段階で、プラズマ処理用ガス導入口を介して酸素ガスを2 s 1 mの流量でプラズマ処理室201に導入するとともに、2 Torrが保持されるようにコンダクタンス制御バルブ218を用いて排気のコンダクタンスを徐々に減少した。この後のプラズマの発生、アッシングは、実施例1と同様にして行なった。

【0066】このアッシング速度は、 $8.4 \mu m/mi$  $n \pm 8.5\%$ と極めて大きく、表面電荷密度も $-1.1 \times 10^{11}/cm^2$ と充分低い値を示した。スループットは148枚/Hourであり、ベンチレーション用ガスとして処理用ガス(酸素ガス)を用いずに $10^{-4}$  Torrまで排気した後に処理を開始する従来のスループット106枚/Hourに比較して、約1.4倍の生産性が得られた。

【0067】<実施例3>本実施例では、図2を用いて説明した方法に従い、ベンチレーション用ガスとして窒素ガスを用い、プラズマCVD法による半導体素子保護

用塗化シリコン膜の形成を行った。

【0068】基体112として、金属配線であるアルミニウム(A1)配線のパターン(ラインアンドスペース0.5μm)が形成された層間SiO<sub>2</sub>膜付きのP型半導体の機能を有するP型単結晶シリコン基板(面方位<100>、抵抗率10Ωcm)を用意した。まず、処理用ガス導入口115を介して窒素ガスをプラズマ処理室101に導入して、ベンチレーションを行った。ヒータ104を介して300°Cに加熱された基体支持体113上に、シリコン(Si)基板112を設置した後、排気系(不図示)を介してプラズマ処理室101内を真空排気した。

【0069】圧力が20mTorrに到達した段階で、20mTorrが保持される様に、プラズマ処理用ガス導入口115を介して窒素ガスを600sccmの流量まで、SiH<sub>4</sub>ガスを200sccmの流量まで徐々に増加してプラズマ処理室101内に導入した。同時に、プラズマ処理室101内に、2.45GHzのマイクロ波電源より1.5kWの電力を平板状スロット付環状導波管103を介して供給し、プラズマ処理室101内にプラズマを発生させた。この際、プラズマ処理用ガス導入口115を介して導入された窒素ガスはプラズマ処理室101内で励起、分解されて活性種となり、レンズ112の方向に輸送され、モノシランガスと反応し、塗化シリコン膜がレンズ112上に21nmの厚さで形成した。

【0070】この塗化シリコン膜の成膜速度は、520nm/minと極めて大きく、膜質も応力1.3×10<sup>9</sup>dyne/cm<sup>2</sup>(圧縮)、リーク電流1.1×10<sup>-10</sup>A/cm<sup>2</sup>、絶縁耐圧9MV/cmと極めて良質な膜であることが確認された。なお、この応力は、成膜前後の基板の反り量の変化をレーザ干渉計(商品名Zygo)で測定し求めた値である。また、スループットは42枚/Hourであり、ベンチレーション用ガスとして処理用ガス(窒素ガス)を用いずに10<sup>-6</sup>Torrまで排気した後に処理を開始する従来のスループット25枚/Hourに比較して、約1.7倍の生産性が得られた。

【0071】<実施例4>本実施例では、図2、図3を用いて説明した方法に従い、ベンチレーション用ガスとして窒素ガス、酸素ガス、モノシランガスを用い、プラズマCVD法によるプラスチックレンズ反射防止用塗化シリコン膜及び酸化シリコン膜の形成を行った。

【0072】基体112として、直径50mmのプラスチック凸レンズを用意した。まず、処理用ガス導入口115を介して窒素ガスをプラズマ処理室101に導入して、ベンチレーションを行った。レンズ112を基体支持体113上に設置した後、排気系(不図示)を介してプラズマ処理室101内を真空排気した。

【0073】圧力が5mTorrに到達した段階で、5mTorrが保持される様に、プラズマ処理用ガス導入

口115を介して窒素ガスを150sccmの流量まで、SiH<sub>4</sub>ガスを100sccmの流量まで徐々に増加してプラズマ処理室101内に導入した。同時に、プラズマ処理室101内に、2.45GHzのマイクロ波電源より3.0kWの電力を平板状スロット付環状導波管103を介して供給し、プラズマ処理室101内にプラズマを発生させた。この際、プラズマ処理用ガス導入口115を介して導入された窒素ガスはプラズマ処理室101内で励起、分解されて活性種となり、レンズ112の方向に輸送され、モノシランガスと反応し、塗化シリコン膜がレンズ112上に21nmの厚さで形成した。

【0074】次に、プラズマ処理用ガス導入口115を介して酸素ガスを200sccmの流量で、また、モノシランガスを100sccmの流量で処理室101内に導入した。ついで、排気系(不図示)に設けられたコンダクタンスバルブ(不図示)を調整し、処理室101内を1mTorrに保持した。次いで、2.45GHzのマイクロ波電源(不図示)より2.0kWの電力を平板状スロット付環状導波管103を介してプラズマ処理室101内に供給し、プラズマ処理室101内にプラズマを発生させた。この際、プラズマ処理用ガス導入口115を介して導入された酸素ガスは、プラズマ処理室101内で励起、分解されて酸素原子などの活性種となり、ガラス基板112の方向に輸送され、モノシランガスと反応し、酸化シリコン膜がレンズ112上に86nmの厚さで形成された。

【0075】塗化シリコン膜及び酸化シリコン膜の成膜速度はそれぞれ320nm/min、380nm/minと良好で、膜質も、500nm付近の反射率が0.3%と極めて良好な光学特性であることが確認された。スループットは31枚/Hourで、ベンチレーション用ガスとして処理用ガス(窒素ガス、酸素ガス、モノシランガス)を用いずに、10<sup>-6</sup>Torrまで排気した後に処理を開始する従来のスループット22枚/Hourに比較して約1.4倍の生産性が得られた。

【0076】<実施例5>本実施例では、図2を用いて説明した方法に従い、ベンチレーション用ガスとして酸素ガスを用い、プラズマCVD法による半導体素子層間絶縁用酸化シリコン膜の形成を行った。

【0077】基体112として、最上部にA1パターン(ラインアンドスペース0.5μm)が形成されたP型単結晶シリコン基板(面方位<100>、抵抗率10Ωcm)を用意した。まず、処理用ガス導入口115を介して酸素ガスをプラズマ処理室101に導入して、ベンチレーションを行った。ヒータ104を介して300°Cに加熱された基体支持体113上にSi基板112を設置した後、排気系(不図示)を介してプラズマ処理室101内を真空排気した。

【0078】圧力が30mTorrに到達した段階で、

30 mTorrが保持される様に、プラズマ処理用ガス導入口115を介して酸素ガスを500 sccmの流量まで、SiH<sub>4</sub>ガスを200 sccmの流量まで徐々に増加してプラズマ処理室101内に導入した。同時に、基体支持体113にRFバイアス(不図示)を200W印加するとともに、プラズマ処理室101内に2.45 GHzのマイクロ波電源より2.0 kWの電力を平板状スロット付環状導波管103を介して供給し、プラズマ処理室101内にプラズマを発生させた。この際、プラズマ処理用ガス導入口115を介して導入された酸素ガスはプラズマ処理室101内で励起、分解されて活性種となり、シリコン基板112の方向に輸送され、モノシリランガスと反応し、酸化シリコン膜がシリコン基板112上に0.8 μmの厚さで形成された。また、この時、イオン種はRFバイアス(不図示)により加速されて基板に入射しパターン上の膜を削り平坦性を向上させていた。

【0079】酸化シリコン膜の成膜速度と均一性は250 nm/min ± 2.3%と良好で、膜質も、絶縁耐圧8.3 MV/cm、段差被覆性はボイドフリーであって、良質な膜であることが確認された。なお、この段差被覆性は、A1配線パターン上に成膜した酸化シリコン膜の断面を走査型電子顕微鏡(SEM)でボイドを観測することにより評価した。スループットは53枚/Hourで、ベンチレーション用ガスとして処理用ガス(酸素ガス)を用いずに、10<sup>-6</sup> Torrまで排気した後に処理を開始する従来のスループット35枚/Hourに比較して約1.5倍の生産性が得られた。

【0080】<実施例6>本実施例では、図2を用いて説明した方法に従い、ベンチレーション用ガスとしてフッ化炭素(CF<sub>4</sub>)ガスを用い、半導体素子層間SiO<sub>2</sub>膜のエッチングを行った。

【0081】基体112として、A1パターン(ラインアンドスペース0.35 μm)上に1 μm厚の層間SiO<sub>2</sub>膜が形成されたP型単結晶シリコン基板(面方位<100>、抵抗率10 Ω cm)を用意した。まず、処理用ガス導入口115を介してCF<sub>4</sub>ガスをプラズマ処理室101に導入して、ベンチレーションを行った。Si基板112を基体支持体113上に設置した後、排気系(不図示)を介してプラズマ処理室101内を真空排気した。

【0082】圧力が5 mTorrに到達した段階で、5 mTorrが保持される様に、プラズマ処理用ガス導入口115を介してCF<sub>4</sub>ガスを300 sccmの流量まで徐々に増加してプラズマ処理室101内に導入した。同時に、基体支持体113にRFバイアス(不図示)を300W印加するとともに、プラズマ処理室101内に2.45 GHzのマイクロ波電源より2.0 kWの電力を平板状スロット付環状導波管103を介して供給し、プラズマ処理室101内にプラズマを発生させた。この

際、プラズマ処理用ガス導入口115を介して導入されたCF<sub>4</sub>ガスはプラズマ処理室101内で励起、分解されて活性種となり、シリコン基板112の方向に輸送され、自己バイアスによって加速されたイオンによって層間SiO<sub>2</sub>膜がエッチングされた。

【0083】エッチング速度は600 nm/min、対ポリシリコン選択比は20と良好で、エッチング形状もほぼ垂直で、マイクロローディング効果も少ないと確認された。なお、エッチング形状は、エッチングされた酸化シリコン膜の断面を走査型電子顕微鏡(SEM)で観測し、評価した。スループットは43枚/Hourで、ベンチレーション用ガスとして処理用ガス(CF<sub>4</sub>ガス)を用いずに、10<sup>-6</sup> Torrまで排気した後に処理を開始する従来のスループット33枚/Hourに比較して約1.3倍の生産性が得られた。

【0084】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の基体の処理方法、及び具体的にはプラズマ処理方法によれば、基体の処理以外の時間、特に排気時間を短縮することができ、これにより処理全体の高速化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理方法を表わすフローチャートである。

【図2】本発明の実施形態のプラズマ処理方法において、圧力保持方法として、処理用ガス流量を徐々に増加させる方式を用いた例を説明するための模式図である。

【図3】本発明の実施形態のプラズマ処理方法において、圧力保持方法として、排気系のコンダクタンスを徐々に減少させる方式を用いた例を説明するための模式図である。

【図4】本発明の別の実施形態に係るプラズマ処理装置を模式的に表わす図である。

【図5】実施例におけるプラズマ処理室内の圧力と時間との関係を表わしたグラフである。

【図6】比較例におけるプラズマ処理室内の圧力と時間との関係を表わしたグラフである。

【図7】従来のマイクロ波プラズマ処理装置を説明するための模式図である。

【図8】従来のマイクロ波プラズマ処理装置のプラズマ発生機構を説明するための模式図である。

【符号の説明】

101、201 プラズマ処理室

102、202、1102 誘電体

103、203、1103 スロット付無終端環状導波管

104 マイクロ波導入口

105 マイクロ波伝搬空間

106 スロット

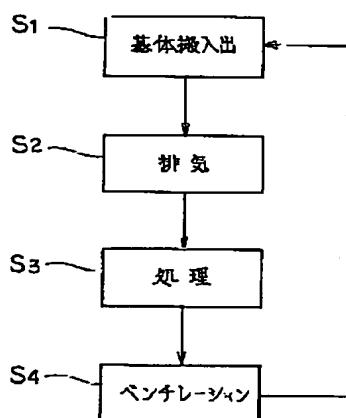
112、212、1112 被処理基体

113、213、1113 支持体

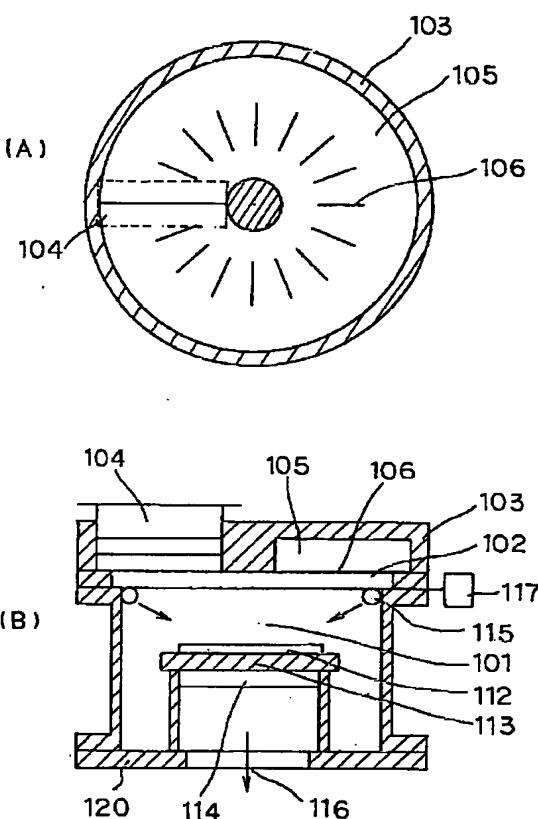
114、214、1114 ヒータ  
 115、215、1115 处理用ガス導入手段  
 116、216、1116 排気方向  
 117 ガス流量制御手段  
 118 コンダクタンス制御バルブ  
 120 下板  
 401 プラズマ処理室  
 420 開閉手段  
 421 チャンバー  
 1101 プラズマ発生室

1105 プラズマ発生用ガス導入手段  
 1111 プラズマ処理室  
 1121 二分配ブロック  
 1122 スロット  
 1123 環状導波管に導入されたマイクロ波  
 1124 導波管を伝搬するマイクロ波  
 1125 漏れ波  
 1126 表面波  
 1127 漏れ波により発生したプラズマ  
 1128 表面波により発生したプラズマ

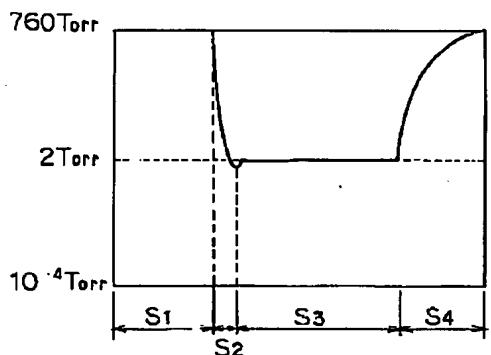
【図1】



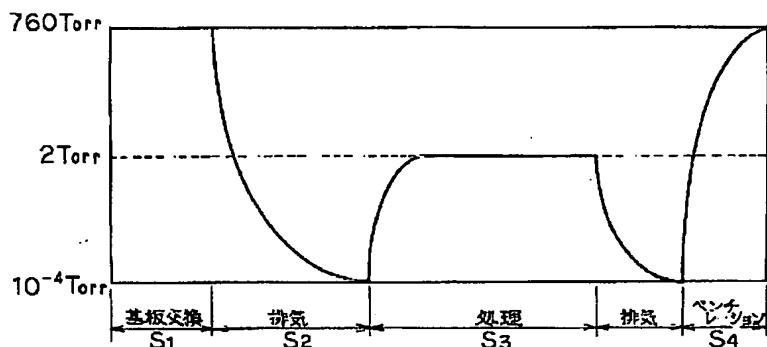
【図2】



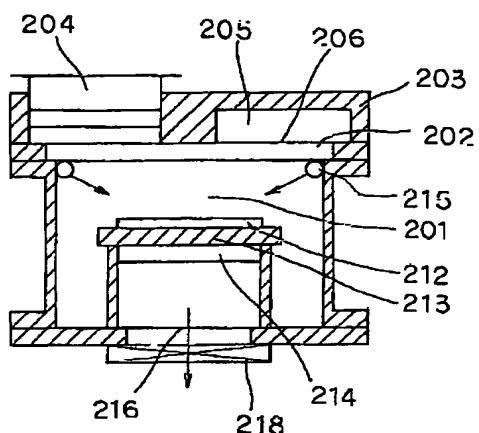
【図5】



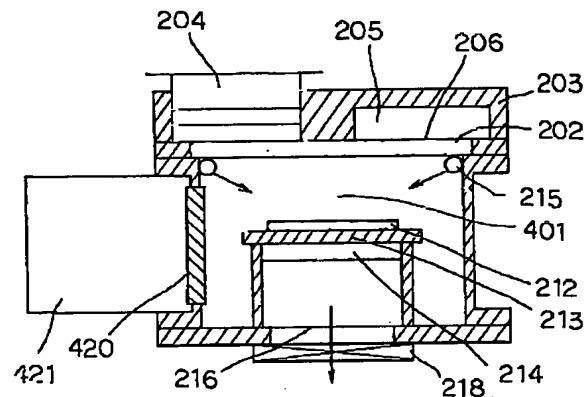
【図6】



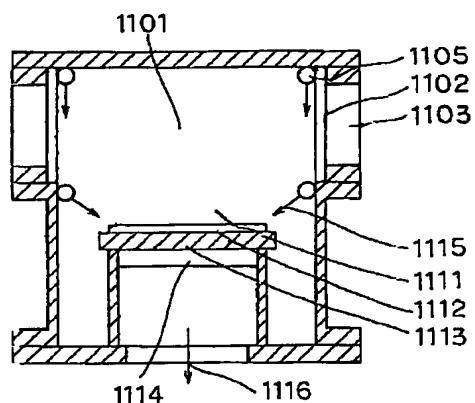
【図3】



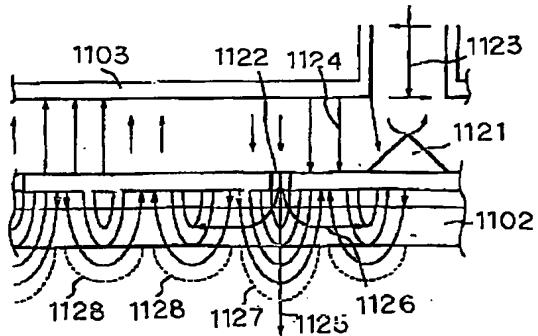
【図4】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6  
 H 01 L 21/3065  
 21/31  
 H 05 H 1/46

識別記号

F I  
 H 01 L 21/31  
 H 05 H 1/46  
 H 01 L 21/302

C  
 B  
 H